

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-061479

(43)Date of publication of application : 12.03.1993

(51)Int.Cl. G10K 11/16

(21)Application number : 03-220662

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD  
HITACHI LTD

(22)Date of filing : 30.08.1991

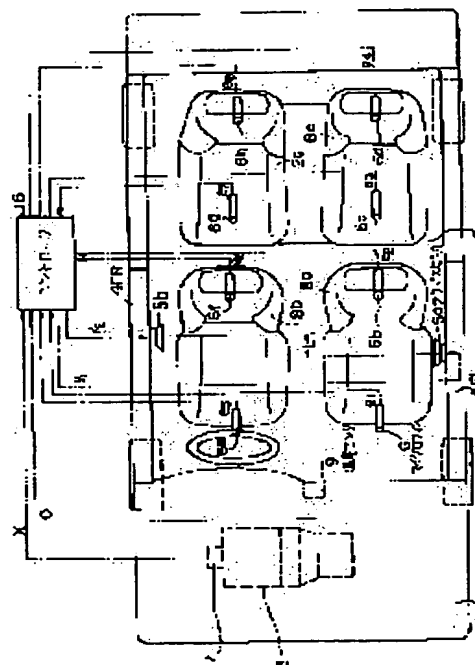
(72)Inventor : HYODO HIDEKI  
SATO KENJI

## (54) ACTIVE TYPE NOISE CONTROLLER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To efficiently attenuate standing wave component energy of a noise in a closed space.

CONSTITUTION: In a cabin 2 as a closed space of a vehicle 1, loudspeakers 5a, 5b as control sound sources are placed, and also, plural microphones 6a-6h as residual noise detecting means are placed, and by a controller 15, a noise frequency (f) is calculated based on a crank angle signal X of an engine 3, and also, a sound speed C is calculated based on a room temperature detection value  $\theta$  of a temperature sensor 9, and from the calculated noise frequency (f) and sound speed C, wavelength  $\lambda$  of a noise is calculated, and from this wavelength  $\lambda$ , an antinode position xL of a standing wave component of a noise is calculated, the microphone corresponding to the antinode position xL in the microphones 6a-6h is selected and based on its residual noise detection values ej, ej-4, a driving signal for driving the loudspeakers 5a, 5b is outputted, and an attenuating effect of the noise standing wave component is displayed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.04.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3028977

[Date of registration] 04.02.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-61479

(43)公開日 平成5年(1993)3月12日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G10K 11/16

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H 7350-5H

審査請求 未請求 請求項の数1(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-220662

(22)出願日 平成3年(1991)8月30日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 兵頭 英樹

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 佐藤 憲治

茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社  
日立製作所自動車機器事業部内

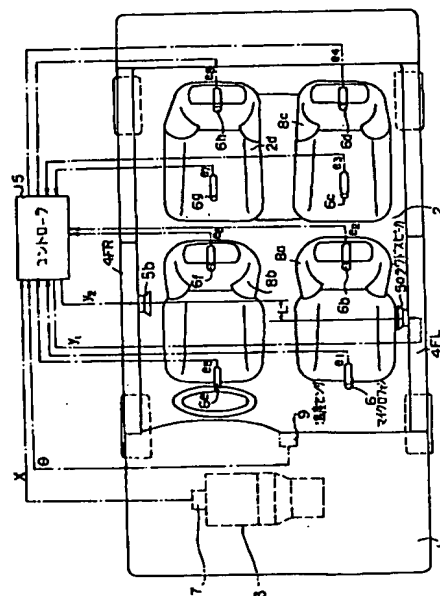
(74)代理人 弁理士 森 哲也 (外2名)

(54)【発明の名称】 能動型騒音制御装置

(57)【要約】

【目的】閉空間における騒音の定在波成分エネルギーを効率良く減衰させる。

【構成】車両1の閉空間としての車室2内に、制御音源としてのラウドスピーカ5a、5bを配置すると共に、残留騒音検出手段としての複数のマイクロフォン6a～6hを配置し、コントローラ15で、騒音源としてのエンジン3のクランク角信号Xに基づいて騒音周波数fを算出すると共に、温度センサ9の室温検出値θに基づいて音速Cを算出し、算出した騒音周波数f及び音速Cから騒音の波長λを算出し、この波長λから騒音の定在波成分の腹位置 $x_L$ を算出し、マイクロフォン6a～6h中の腹位置 $x_L$ に対応するマイクロフォンを選択してその残留騒音検出値 $e_j, e_{j+4}$ に基づいてラウドスピーカ5a、5bを駆動する駆動信号を出力して、騒音定在波成分の減衰効果を発揮させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 騒音源から騒音が伝達される閉空間に、前記騒音に干渉する制御音を発生可能な制御音源を設け、該制御音源からの制御音と前記騒音とを干渉させて騒音を減衰させる能動型騒音制御装置において、前記閉空間の残留騒音を検出する複数の残留騒音検出手段と、前記騒音源の騒音周波数を検出する周波数検出手段と、前記閉空間内の音速を検出する音速検出手段と、前記周波数検出手段及び音速検出手段の各検出値に基づいて騒音定在波成分の腹位置を検出し、当該腹位置に対応する残留騒音検出手段を選択する選択手段と、該選択手段で選択された残留騒音検出手段の残留騒音検出値に基づいて前記制御音源を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする能動型騒音制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、騒音源からの騒音が伝達される閉空間に、制御音源から制御音を発生させて、両者を干渉させることで騒音エネルギーを減衰させる能動型騒音制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の能動型騒音制御装置としては、例えば特表平1-501344号公報や英国公開特許公報2149614号記載の装置が知られている。これらの装置は、航空機の客室やこれに類する閉空間に適用されるもので、閉空間内に配設された複数のラウドスピーカ（制御音源）及びマイクロフォン（残留騒音検出手段）と、閉空間の外部に位置するエンジン等の単一の騒音源の周波数を検出する周波数検出手段と、前記複数のマイクロフォンからの検出信号、及び前記周波数検出手段からの検出信号に基づき前記複数のラウドスピーカの駆動を制御する信号出力器とを備えた構造であって、前記信号出力器により、例えば複数のマイクロフォンの検出信号（音圧）の二乗和を評価関数として、この評価関数を最小にするように適応制御を行っている。これによって、前記信号出力器によって制御されているラウドスピーカから放射される制御音と、騒音源から伝達した騒音とが干渉して該騒音の振動エネルギーが減衰し、もって観測位置における残留騒音を低減している。

【0003】前記構成においてラウドスピーカは、通常、例えば車両のドアや側壁部等に左右対称に配設されて、これらドアや側壁部等から制御音を放射していた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の能動型騒音制御装置にあっては、エンジンからの騒音は、前置エンジンの場合、閉空間の前方から入力され後方に向けて伝達されるが、閉空間であるため、エンジンからの進行波とこれが壁面で反射した逆進行波とが合成されて定在波が生じた共鳴状態では、騒音の波長に応じた音圧レベルが最大となる腹部と音圧レベルが略零と

なる節部とが生じ、このうち節部では騒音の音圧レベルが略零であることから、この節部に相当する位置の残留騒音検出手段では音圧を検出することができず、この残留騒音検出手段の検出信号に基づいて制御音源の制御音を制御した場合には、騒音のエネルギーを減衰させることはできないという未解決の課題がある。

【0005】本発明は、上記従来例の未解決の課題に着目してなされたものであり、閉空間内に生じる騒音の定在波の腹位置を検出し、この腹位置に対応する残留騒音検出手段の残留騒音検出値に基づいて制御音源を制御することにより、騒音エネルギーを効率良く減衰させることができる能動型騒音制御装置を提供することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の能動型騒音制御装置は、図1に示すように、騒音源から騒音が伝達される閉空間に、前記騒音に干渉する制御音を発生可能な制御音源を設け、該制御音源からの制御音と前記騒音とを干渉させて騒音を減衰させる能動型騒音制御装置において、前記閉空間の残留騒音を検出する複数の残留騒音検出手段と、前記騒音源の騒音周波数を検出する周波数検出手段と、前記閉空間内の音速を検出する音速検出手段と、前記周波数検出手段及び音速検出手段の各検出値に基づいて騒音定在波成分の腹位置を検出し、当該腹位置に対応する残留騒音検出手段を選択する選択手段と、該選択手段で選択された残留騒音検出手段の残留騒音検出値に基づいて前記制御音源を制御する制御手段とを備えたことを特徴としている。

## 【0007】

【作用】本発明においては、周波数検出手段及び音速検出手段の各検出値から騒音の波長を算出し、この波長から騒音の定在波成分の腹位置を求め、この腹位置に対応する残留騒音検出手段を選択することにより、定在波成分を効果的に減衰させて最適な消音効果を発揮する。

## 【0008】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図2は、本発明を4気筒エンジンを搭載した車両に適用した場合の一実施例を示す概略構成図である。図2において、1は車体であって、車室2の前方に第1の振動源としての4気筒エンジン3が配置されている。車室2内には、前部座席8a、8b及び後部座席8c、8dが配設されていると共に、例えば左側フロントドア4FL及び右側フロントドア4FRに夫々オーディオ信号を出力する制御音源を兼ねるラウドスピーカ5a及び5bが左右非対称に配設され、さらに天井の左右位置に夫々所要間隔を保って4個の計8個の残留騒音検出手段としてのマイクロフォン6a～6hが配設されている。

【0009】ここで、両ラウドスピーカ5a、5bの設置位置は、何れか一方がエンジン3からの騒音に基づく

定在波の節位置から外れるように設定されていると共に、マイクロフォン6a～6hの設置位置も少なくとも左右1組が定在波の腹位置に位置するように設定されている。すなわち、自動車の場合、対象とする周波数が5\*

$$f = C \{ (N_x / L_x)^2 + (N_y / L_y)^2 + (N_z / L_z)^2 \}^{1/2} / 2 \dots (1)$$

但し、 $C = 331.5 + 0.6 \theta$  .....(1)a

C : 音速,  $\theta$  : 温度

$N_x, N_y, N_z$  : 音響モード (正の整数)

$L_x, L_y, L_z$  : 三次空間寸法 (m)

$\lambda = C / f$  .....(2)

で表すことができる。

【0010】ここで、エンジン3から伝達される騒音を進行波とし、この進行波が壁面で反射された反射騒音を逆進行波とし、夫々の音圧を $P_1, P_2$ とすると、これら※

$$P = P_1 + P_2 = 2 A \sin \omega t \cdot \cos(\omega x / C) \dots (5)$$

となる。

【0011】ここで、位置による変化を表す関数は $\cos(\omega x / C)$ であるから、音圧 $P$ は、図4に示すように、腹部 $\omega x / C = 2\pi x / \lambda = -n\pi$ のとき、すなわち $x = -n(\lambda / 2)$  ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ) のとき最大となり、節部 $\omega x / C = 2\pi x / \lambda = -(2n + 1)\pi / 2$ のとき、すなわち $x = -(2n + 1)\lambda / 4$ のとき音圧 $P$ が零となる。

【0012】このように定在波の腹及び節の位置が波長 $\lambda$ によって変化し、この波長 $\lambda$ は前記(2)式から室温によって一意に決まる音速 $C$ と騒音の周波数 $f$ とによって変化することになる。ここで、自動車の場合、前述したように騒音の周波数 $f$ が50～200Hz程度であるので、ラウドスピーカ5a, 5b間の前後方向の間隔 $L$ を例えば温度 $\theta$ が0℃で、周波数 $f$ が200Hzであるときの波長 $\lambda = 1.658$ (m)の1/4即ち0.414 mより短い0.3 m程度に選定することにより、定在波の節部と一方のラウドスピーカ5aとが一致したときに、他方のラウドスピーカ5bが定在波の腹部近傍位置となる。

【0013】一方、マイクロフォン6a～6hの間隔については、各マイクロフォンの隣接するマイクロフォンとの間隔を異ならして、定在波の腹位置に一致するマイクロフォンが少なくとも1組存在するように配置する。また、エンジン3には、クランク角センサ7が取付けられ、このクランク角センサ7から例えばクランク軸が180度回転する毎に1サイクルの正弦波状信号でなる基準信号としてのクランク角検出信号 $X$ が出力される。さらに、車室2内には室温を検出し、温度に応じたデジタル検出値 $\theta$ を出力する温度センサ9が設けられている。

【0014】そして、マイクロフォン6a～6hから出力される残留騒音検出信号 $e_1 \sim e_8$ がコントローラ15に入力されると共に、クランク角センサ7のクランク角検出信号 $X$ 及び温度センサ9の温度検出値 $\theta$ もコントローラ15に入力される。コントローラ15は、図3に

\* 0Hz～250Hz程度と比較的低いため、定在波の節は車室内に対し車両の左右対称位置に存在する。この定在波の節は、直方体閉空間における定在波による共鳴周波数 $f$  (Hz) 及び波長 $\lambda$  (m) は、

$$f = C \{ (N_x / L_x)^2 + (N_y / L_y)^2 + (N_z / L_z)^2 \}^{1/2} / 2 \dots (1)$$

※音圧 $P_1, P_2$ は下記(3)式及び(4)式で表すことができる。

$$P_1 = A \sin(\omega t - \omega x / C) \dots (3)$$

$$P_2 = A \sin(\omega t + \omega x / C) \dots (4)$$

10 但し、 $\omega$  : 角周波数 (rad/s)

$x$  : 壁面からの座標 (m)

$t$  : 時間 (sec)

したがって、進行波と逆進行波と干渉して定在波が生じた共鳴状態における音圧 $P$ は、

示すように、クランク角検出信号 $X$ をA/D変換して出力するA/D変換回路21と、マイクロフォン6a～6hの残留騒音検出信号 $e_1 \sim e_8$ を増幅する増幅器22a～22hと、これら増幅器22a～22hの増幅出力をA/D変換して出力するA/D変換回路23a～23hと、各A/D変換回路21, 23a～23hの変換出力及び温度センサ9の温度検出値 $\theta$ が入力されるマイクロコンピュータ26と、このマイクロコンピュータ26から出力されるラウドスピーカ5a, 5bの駆動信号 $y_1, y_2$ をD/A変換して出力するD/A変換回路27a, 27bと、これらD/A変換回路27a, 27bから出力されるアナログ信号を増幅してラウドスピーカ5a, 5bに供給する増幅器29a, 29bとを備えている。

30 【0015】ここで、マイクロコンピュータ26は、常時、順次更新されるフィルタ係数 $W_{mi}$ に基づいて基準信号としてのクランク角検出信号 $X$ のたみ込み演算を行ってラウドスピーカ5a, 5bに対する駆動信号 $y_1, y_2$ を算出する適応デジタルフィルタ処理と、クランク角検出信号 $X$ に基づきマイクロフォン及びスピーカ間の空間伝達関数の組合せ数に応じて、モデル化したモデル空間伝達関数に対応するフィルタ係数でフィルタ処理された基準信号 $r_{km}$  (後述する(10), (11)式参照)を生成するデジタルフィルタ処理と、クランク角検出信号 $X$ 及び温度検出値 $\theta$ とから騒音の波長 $\lambda$ を算出し、この波長 $\lambda$ から騒音の定在波の腹位置を推定し、推定した腹位置に対応するマイクロフォン6a～6hを選択するマイクロフォン選択処理と、フィルタ処理された基準信号 $r_{km}$ と選択された残留騒音検出信号 $e_1 \sim e_8$ とに基づき適応デジタルフィルタ処理におけるフィルタ係数 $W_{mi}$ をLMS (Least Mean Square) アルゴリズムを用いて更新するフィルタ係数更新処理とを実行する。

50 【0016】ここで、マイクロコンピュータ26の消音制御原理を一般式を用いて説明する。今、第 $k$ 番目のマイクロフォン6a～6hが検出した残留騒音検出信号を

5

$e_k(n)$ 、ラウドスピーカ5 a及び5 bからの制御音(二次音)が無いときの第k番目のマイクロフォン6 a～6 hが検出した残留騒音検出信号を $e_{pt}(n)$ 、第m番目のラウドスピーカ5 a及び5 bと第k番目のマイクロフォン6 a～6 hとの間の伝達関数 $H_{km}$ をFIR(有限インパルス応答)関数で表したときの第j番目( $j=0, 1, 2, \dots, I_C-1$ )の項に対応するフィルタ係数

$$e_k(n) = e_{pt}(n) - \sum_{j=0}^{I_C-1} C_{k,j} \cdot \left\{ \sum_{i=0}^{I_F-1} W_{mi} \cdot X(n-j-i) \right\} \dots\dots\dots(6)$$

ここで、 $(n)$ が付く項は、いずれもサンプリング時刻 $n$ のサンプル値であり、また、 $K$ はマイクロフォン6 a～6 hの数(本実施例では8個)、 $M$ はラウドスピーカ5 a及び5 bの数(本実施例では2個)、 $I_C$ はFIRデジタルフィルタで表現されたフィルタ係数 $C_{km}$ のタップ数(フィルタ次数)、 $I_F$ は適応デジタルフィルタで表現されたフィルタ係数 $W_{mi}$ のタップ数(フィルタ次数)である。

【0018】上記(6)式中の右辺の「 $\{\sum W_{mi} \cdot X(n-j-i)\}$ 」( $=y_m$ )の項は、クランク角検出信号 $X$ を適応デジタルフィルタ処理したときの出力を表し、「 $\sum C_{kmj} \cdot \{\sum W_{mi} \cdot X(n-j-i)\}$ 」の項は第m番目のス※

$$J = \sum_{k=1}^K \{e_k(n)\}^2 \dots\dots\dots(7)$$

そして、本実施例では、LMSアルゴリズムを採用し、評価関数 $J$ を最小とするフィルタ係数 $W_{mi}$ を求め、適応デジタルフィルタ処理の各フィルタ係数 $W_{mi}$ を更新する。最急降下法であるLMSアルゴリズムは、適応ディジタルフィルタ処理のフィルタ係数として $n$ 番目の値 $W_{mi}(n)$ を用い、平均自乗誤差の勾配 $\partial J / \partial W_{mi}$ を算出★

$$\begin{aligned} \partial J / \partial W_{mi} &= \partial \sum_{k=1}^K \{e_k(n)\}^2 / \partial W_{mi} \\ &= \sum_{k=1}^K 2 e_k(n) \cdot \partial \{e_k(n)\} / \partial W_{mi} \dots\dots\dots(8) \end{aligned}$$

そして、前記(6)式より、

$$\partial \{e_k(n)\} / \partial W_{mi} = - \sum_{j=0}^{I_C-1} C_{k,j} \cdot X(n-j-i) \dots\dots\dots(9)$$

となるので、

$$\partial J / \partial W_{mi} = - \sum_{k=1}^K 2 e_k(n) \cdot \sum_{j=0}^{I_C-1} C_{k,j} \cdot X(n-j-i) \dots\dots\dots(10)$$

ここで、(9)式の右辺を、

6

\*数を $C_{kmj}'$ 、クランク角検出信号を $X(n)$ 、このクランク角検出信号 $X(n)$ を入力し $m$ 番目のラウドスピーカ5 a及び5 bを駆動する適応デジタルフィルタの第 $i$ 番目( $i=0, 1, 2, \dots, I_F-1$ )の係数を $W_{mi}$ とすると、下記(6)式が成立する。

【0017】

※スピーカ5 a及び5 bに入力された信号エネルギーがこれらスピーカ5 a及び5 bから音響エネルギーとして出力され、車室内の空間伝達関数 $C_{km}$ を経て第k番目のマイクロフォン6 a～6 hに到達したときの信号を表し、さらに「 $\sum \sum C_{kmj} \cdot \{\sum W_{mi} \cdot X(n-j-i)\}$ 」の右辺第2項全体は、第k番目のマイクロフォン6 a～6 hへの到達信号を全スピーカについて足し合わせているから、第k番目のマイクロフォン6 a～6 hに到達する二次音の総和を表す。

【0019】次いで、評価関数 $J$ を下記(7)式のように置く。

★し、これを $\alpha$ 倍して $(n+1)$ 番目の値 $W_{mi}(n+1)$ を求め、評価関数 $J$ の値を小さくするように演算を実行する。

【0020】この勾配 $\partial J / \partial W_{mi}$ の計算式は、(7)式より、

$$r_{k,k}(n-1) = \sum_{j=0}^{k-1} C_{k,j} \cdot X(n-j-1) \quad \dots\dots\dots(11)$$

とおくと、フィルタ係数に対する評価関数の勾配  $\partial J / \partial W_{mi}$  は、

$$\partial J / \partial W_{mi} = - \sum_{k=1}^K 2 e_k(n) \cdot r_{k,k}(n-1) \quad \dots\dots\dots(12)$$

で表すことができる。

※み係数  $r_k$  も含めた形で下記(13)式で与えられる。

【0021】したがって、フィルタ係数の更新式は、重※

$$W_{mi}(n+1) = W_{mi}(n) - \alpha \cdot \sum_{k=1}^K r_k \cdot e_k(n) \cdot r_{k,k}(n-1) \quad \dots\dots\dots(13)$$

ここで、 $\alpha$ は収束係数であり、適応デジタルフィルタ処理が最適に収束する速度や、その際の安定性に関与する。

【0022】このように、適応デジタルフィルタ処理におけるフィルタ係数 $W_{mi}(n+1)$ を、マイクロフォン6 a～6 hから出力される残留騒音検出信号 $e_1(n) \sim e_8(n)$ とクランク角センサ7からのクランク角検出信号 $X(n)$ とに基づいてLMSアルゴリズムに従って順次更新することにより、入力される残留騒音検出信号 $e_1(n) \sim e_8(n)$ を最小とする駆動信号 $y_1(n)$ 及び $y_2(n)$ が形成され、これらがラウドスピーカ5 a及び5 bに供給されて、これらから出力される制御音によって車室2内の騒音が相殺される。

【0023】次に、上記実施例の動作をマイクロコンピュータ26の処理手順を示す図5のフローチャートを伴って説明する。なお、全体のシステムはキースイッチがオン状態となったときに、電源が投入され、マイクロコンピュータ26で図5に示すタイマ割込処理を所定時間(例えば1 msec)毎に実行する。まず、ステップS1で、クランク角検出信号 $X(n)$ 及び室温検出値 $\theta$ を読み込み、次いでステップS2に移行して、クランク角検出信号 $X(n)$ の単位時間当たりのサイクル数又はサイクル間の時間を計測することにより、エンジン3から発生する騒音の騒音周波数 $f$ を算出し、次いでステップS3に移行して、室温検出値 $\theta$ をもとに前述した(1)式の演算を行って音速 $C$ を算出する。

【0024】次いで、ステップS4に移行して、ステップS2で算出した騒音の周波数 $f$ と、ステップS3で算出した音速 $C$ とをもとに前述した(2)式の演算を行って騒音の波長 $\lambda$ を算出し、次いでステップS5に移行して、算出した波長 $\lambda$ に基づいて $x_L = -n\lambda/2$ の演算を行って定在波の腹位置を算出する。次いで、ステップS6に移行して、予めマイクロフォン6 a～6 hの設置位置を記憶した記憶テーブルを参照して、前記ステップS5で算出した定在波の各腹位置 $x_L$ 近傍に存在するマイクロフォン6 a～6 hを選択する。

【0025】次いで、ステップS7に移行して、マイクロフォン6 a～6 hの残留騒音検出信号 $e_1 \sim e_8$ 中の

選択された残留騒音検出信号 $e_j, e_{j+4}$ 及び基準信号 $X(n)$ を読み込み、次いでステップS8に移行して、前記(1)式に対応するデジタルフィルタ処理を行ってフィルタ処理された基準信号 $r_{km}$ を算出し、次いでステップS9に移行して算出されたフィルタ処理された基準信号 $r_{km}$ と残留騒音検出信号 $e_1 \sim e_3$ とに基づいて前記(13)式に従ったフィルタ係数更新処理を行ってフィルタ係数 $W_{mi}(n+1)$ を算出し、次いでステップS10に移行して算出されたフィルタ係数 $W_{mi}(n+1)$ をもとに適応デジタルフィルタ処理を実行してラウドスピーカ5 a, 5 bに対する駆動信号 $y_1, y_2$ を算出し、次いでステップS11に移行して算出した駆動信号 $y_1, y_2$ をD/A変換回路27 a, 27 bに出力してからタイマ割込処理を終了して所定のメインプログラムに復帰する。

【0026】ここで、ステップS1及びS2の処理が周波数検出手段に対応し、ステップS1及びS3の処理が音速検出手段に対応し、ステップS4～S6の処理が選択手段に対応し、ステップS7～S11の処理が制御手段に対応している。したがって、今、キースイッチがオン状態で車両が走行中であるものとし、図5のステップS1で読込んだ温度センサ9の室温検出値 $\theta$ が例えば20℃であり、ステップS2でクランク角検出信号 $X$ に基づいて算出される騒音の周波数 $f$ が100 Hzであるとする、ステップS3で室温検出値 $\theta$ に基づいて算出される音速 $C$ は342.5 m/sとなるので、ステップS4で算出される騒音の波長 $\lambda$ は3.425 mとなり、ステップS5で算出される定在波の腹位置 $x_L$ は、0, -1.713, -3.425, -5.138, ……となると共に、定在波の節位置 $x_N$ は、-0.856, -2.569, -4.281, ……となり、定在波は図6に示すようになる。

【0027】したがって、この状態では、マイクロフォン6 a, 6 e及び6 c, 6 gが定在波の腹位置 $x_L$ の近傍となるため、これらマイクロフォン6 a, 6 c, 6 e及び6 gが選択されて、これらから出力される残留騒音検出信号 $e_1, e_3, e_5$ 及び $e_7$ がステップS7で読み込まれ、これらとクランク角検出信号 $X$ とに基づいてマイクロコンピュータ26でLMSアルゴリズムに従って適応

デジタルフィルタ処理におけるフィルタ係数を順次更新して、評価関数  $J$  が最小となるようにラウドスピーカ 5 a, 5 b に対する駆動信号  $y_1, y_2$  が算出され、これが D/A 変換回路 27 a, 27 b を介してラウドスピーカ 5 a, 5 b に供給される。このため、ラウドスピーカ 5 a, 5 b から駆動信号  $y_1, y_2$  に応じた制御音が発せられ、これが騒音と干渉することにより、マイクロフォン 6 a, 6 c, 6 e 及び 6 g の残留騒音検出信号  $e_1, e_3, e_5$  及び  $e_7$  が最小となるように消音制御され、騒音による定在波成分に対して大きな騒音減衰効果を発揮することができる。

【0028】また、室温変化や、騒音周波数  $f$  の変動によって定在波の腹位置  $x_L$  が変動しても、絶えずマイクロフォン 6 a ~ 6 h 中の定在波の腹位置  $x_L$  近傍に対応したマイクロフォンが選択されて、選択されたマイクロフォンで検出する残留騒音検出信号  $e_j, e_{j+4}$  に基づいてラウドスピーカ 5 a, 5 b に対する駆動信号  $y_1, y_2$  が算出されことになるので、騒音の定在波成分に対して良好な騒音減衰効果を発揮することができる。

【0029】なお、上記実施例では、ラウドスピーカ 5 a, 5 b を左右のドア位置に配置した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、床面又は天井面に配置するようにしてもよく、さらに車室の左右に配置する場合に限らず、前後方向に延長する線上に配置するようにしてもよく、同様に、マイクロフォン 6 a ~ 6 h も天井に限らず座席 8 a ~ 8 d のヘッドレスト等の乗員の耳部近傍に配置するようにしてもよい。

【0030】また、上記実施例では、制御音源としてラウドスピーカを適用した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、振動子を適用することもでき、また残留騒音を検出するマイクロフォンに代えて加速度振動センサを適用することもできる。また、ラウドスピーカ及びマイクロフォンの設置数は上記各実施例に限定されるものではなく、2以上の任意数とすることができる。

【0031】さらに、上記実施例ではエンジン騒音を抑制する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、車輪に対する路面からの振動入力を検出してロードノイズを抑制したり、窓ガラスの振動を検出して風切り音を抑制したりすることができ、これらの複合音を抑制することもできる。さらにまた、上記各実施例では、マイクロコンピュータ 26 で、適応デジタルフィルタ処理、ラウドスピーカ及びマイクロフォン間の空間

伝達関数に応じたフィルタ係数のデジタルフィルタ処理を行う場合について説明したが、これらに代えて独立した適応デジタルフィルタ及びデジタルフィルタを適用することもでき、さらに適応フィルタのフィルタ係数は LMS アルゴリズム以外の他のアルゴリズムを適用して更新するようにしてもよい。

【0032】なおさらに、上記実施例では本発明を車両に適用した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、航空機等の閉空間内の騒音を減衰させる場合にも適用できる。

#### 【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る能動型騒音制御装置によれば、騒音の周波数を検出する周波数検出手段と、閉空間での音速を検出する音速検出手段と、両検出手段の検出値に基づいて騒音の波長を算出し、定在波成分の腹位置に対応する残留騒音検出手段を選択する選択手段と、この選択手段で選択した残留騒音検出手段の残留騒音検出信号に基づいて制御音源からの制御音を制御する制御手段とを設けた構成としたので、閉空間に生じる騒音の定在波成分の音圧が高い腹位置の残留騒音を正確に検出して、これに応じた音圧の制御音を制御音源から出力することができ、騒音の定在波成分に対して良好な騒音減衰効果を発揮することができる効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の概要を示す基本構成図である。

【図2】本発明の一実施例の概略構成図である。

【図3】コントローラの一例を示すブロック図である。

【図4】エンジン騒音による定在波の説明に供する波形図である。

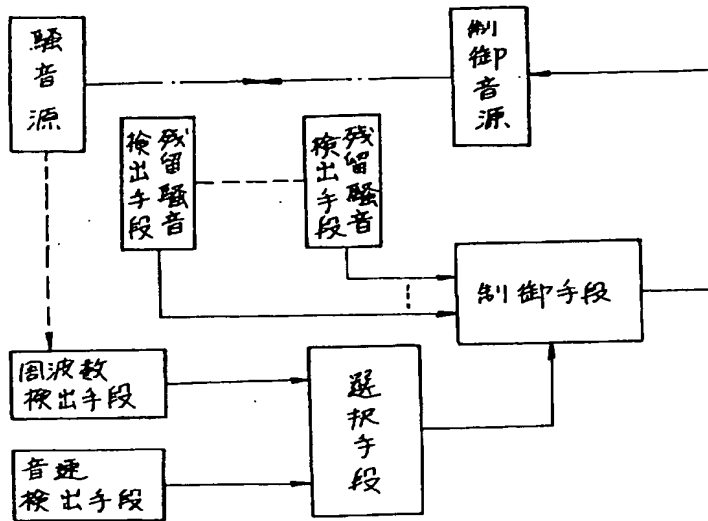
【図5】マイクロコンピュータの処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図6】定在波とマイクロフォン位置との関係を示す模式図である。

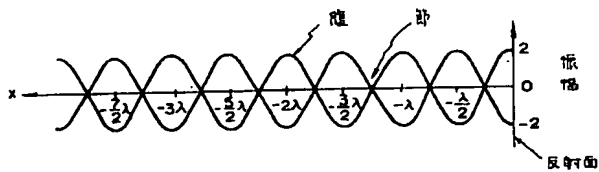
#### 【符号の説明】

- 2 車室
- 3 エンジン
- 5 a, 5 b ラウドスピーカ
- 6 a ~ 6 h マイクロフォン
- 7 クランク角センサ
- 9 温度センサ
- 15 コントローラ
- 26 マイクロコンピュータ

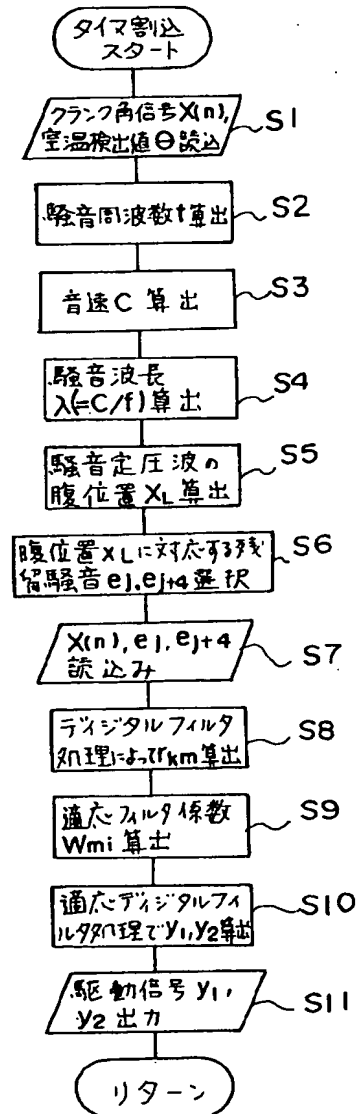
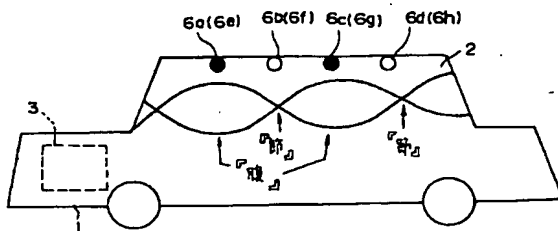
【図5】



【図4】

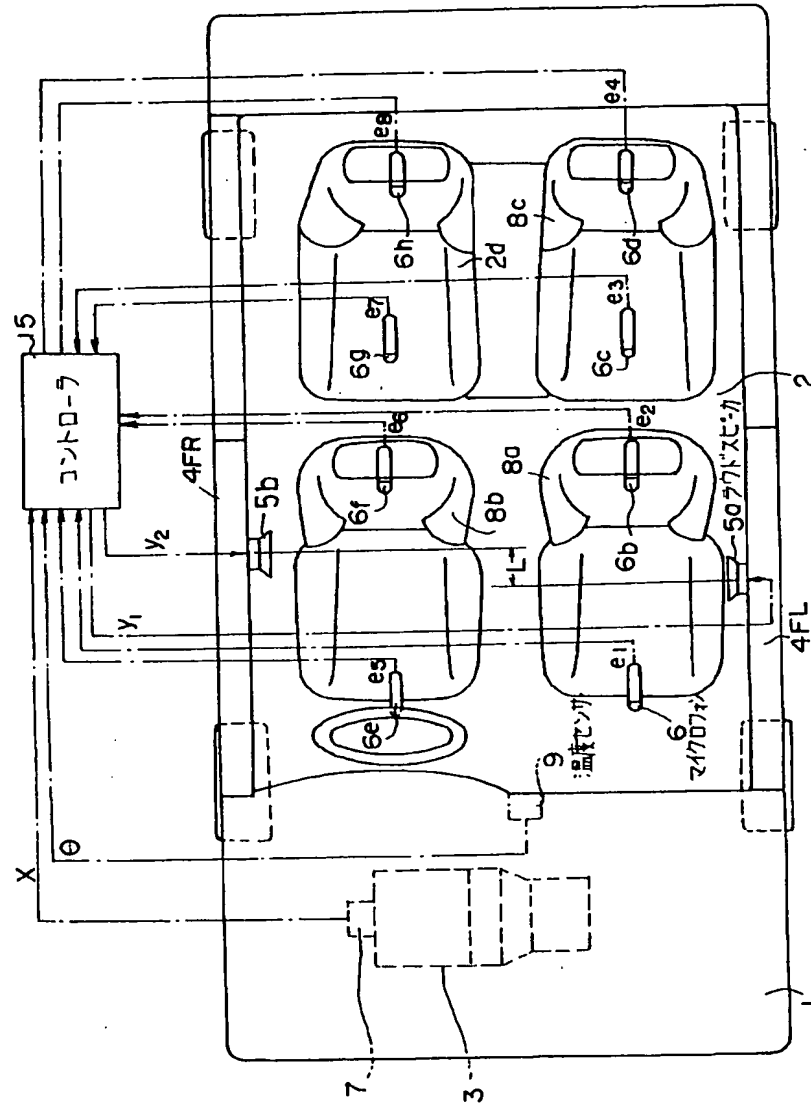


【図 6】





【図2】



【図3】

